

## Kajian Penerapan *e-Learning* Materi Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Pada Pelatihan Pranata Nuklir

### *Review of e-Learning Method for Uncertainty Estimation Subject on Nuclear Technician and Officer Training*

Yustina Tri Handayani\*

Pusdiklat - BATAN

\*email: [yustina@batan.go.id](mailto:yustina@batan.go.id)

#### ABSTRAK

Pusat Pendidikan dan Pelatihan BATAN menyelenggarakan Pelatihan Pranata Nuklir sebagai persyaratan untuk memasuki jabatan fungsional Pranata Nuklir. Sejak tahun 2016, sebagian materi, termasuk Estimasi Ketidakpastian Pengukuran, disampaikan dengan penggabungan metode *e-learning* dan tatap muka. Metode *e-learning* membutuhkan bahan ajar yang sesuai, supaya penyerapan materi oleh peserta lebih efektif. Kajian efektivitas penerapan metode *e-learning* diperlukan untuk pengembangan bahan ajar. Kajian dilakukan dengan membandingkan hasil ujian untuk materi tersebut pada pelatihan dengan penyampaian materi secara tatap muka dan *e-learning* untuk Pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan dan Keahlian. Metode praktikum yang berupa pengambilan data dan perhitungan yang diberikan setelah materi teori digantikan oleh latihan menggunakan *file Excel* yang dilengkapi data. Slide skema pembelajaran disertakan sebagai panduan tahapan pembelajaran supaya mudah diikuti oleh peserta. Berdasarkan hasil ujian materi Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan secara tatap muka dan *e-learning* memberikan capaian 59,4% dan 59,6%. Pada Pelatihan Pranata Nuklir secara tatap muka memberikan capaian 63,3% dan 62,5%, sedangkan penyampaian secara *e-learning* memberikan capaian 57,6%, secara statistik menunjukkan capaian yang lebih rendah.

**Kata Kunci:** kajian, *e-learning*, estimasi ketidakpastian pengukuran, Pelatihan Pranata Nuklir.

#### ABSTRACT

Center for Education and Training, National Nuclear Energy Agency (BATAN) conducts Nuclear Technician and Officer Training as a requirement for taking the nuclear technician or officer position. Since 2016, some subjects, including Uncertainty Estimation, were delivered by *e-learning*. *E-learning* method need appropriate learning material in order to obtain more effective learning result. Review of effectiveness of *e-learning* implementation is needed for the improvement of learning material. The review was conducted based on the comparison of test results in classical method and *e-learning* which were delivered for Technician and Officer level. Exercises were conducted by using excel file which contained the needed data instead of laboratory exercise for data collecting and calculation, which is normally delivered after the theory. Slides of learning scheme were given to guide the participants. Based on the test result, the achievement of technician training for classical method and *e-learning* were 59.4% dan 59.6% respectively. The achievement of officer training for classical method were 63.3% dan 62.5% and for *e-learning* was 57.6%. It is indicated that *e-learning* method for Uncertainty Estimation subject were statistically lower performance compare with class method.

**Keywords:** *e-learning*, nuclear officer, nuclear technician, review, uncertainty estimation

## PENDAHULUAN

Sejak tahun 2016 Pusat Pendidikan dan Pelatihan (Pusdiklat) BATAN menyelenggarakan Pelatihan Pranata Nuklir dengan penggabungan metode *e-learning* dan tatap muka. Salah satu materi dalam Pelatihan Pranata Nuklir adalah Estimasi Ketidakpastian Pengukuran yang pada 2 pelatihan terakhir tahun 2016 disampaikan dengan metode *e-learning*, sedangkan pada pelatihan awal tahun 2016 dan tahun sebelumnya materi tersebut disampaikan secara tatap muka dengan metode ceramah dan praktikum. Dalam rangka mengkaji efektivitas penerapan metode *e-learning*, maka perlu dilakukan evaluasi dengan membandingkan hasil test akhir dan ujian untuk penyampaian secara tatap muka dan *e-learning*.

*E-learning* adalah metode pembelajaran menggunakan teknologi pendidikan elektronik dengan dukungan modalitas multimedia [1]. Pembelajaran bersifat non-tradisional kelas, mulai digunakan sekitar tahun 1997.

## METODE

### Pelatihan Pranata Nuklir

Pelatihan Pranata Nuklir dipersyaratkan sebelum seseorang memasuki jabatan fungsional Pranata Nuklir. Sesuai dengan jenjangnya, ada 2 jenis Pelatihan Pranata Nuklir dengan jumlah jam pelajaran Estimasi Ketidakpastian Pengukuran pada kurikulumnya berbeda, yaitu:

- Pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan, dengan 3 Jam Pelajaran (JP) untuk teori dan 4 JP untuk latihan;
- Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian, dengan 2 JP untuk teori dan 4 JP untuk latihan.

Latihan Estimasi Ketidakpastian Pengukuran menggantikan praktikum pada pelatihan dimana seluruh materi diberikan secara tatap muka.

Pokok Bahasan dalam materi Estimasi Ketidakpastian Pengukuran meliputi:

- Statistik Umum
- Prinsip Umum Ketidakpastian Pengukuran
- Tahapan Perhitungan Ketidakpastian Pengukuran

Bahan ajar yang diberikan kepada peserta, sebagai berikut:

- diktat dan tayangan untuk materi teori
- file Excel* yang berisi data hasil pengukuran dan proses perhitungan nilai ketidakpastiannya untuk latihan.

Evaluasi dilakukan terhadap pelatihan dengan penyampaian materi secara *e-learning* dibandingkan terhadap penyampaian materi secara tatap muka, pada pelatihan sebagai berikut:

- Secara tatap muka
  - Pranata Nuklir Keterampilan, 16 – 27 Maret 2015
  - Pranata Nuklir Keahlian, 13 – 24 April 2015
  - Pranata Nuklir Keahlian, 10 – 22 Maret 2016
- Secara *e-learning*
  - Pranata Nuklir Keterampilan, 22 Agustus – 2 September 2016.
  - Pranata Nuklir Keahlian, 28 September – 7 Oktober 2016

Jadwal *e-learning* materi Estimasi Ketidakpastian Pengukuran jatuh pada hari ke 3 minggu pertama. Pada pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan, diberikan jadwal *review* materi pada hari pertama minggu kedua selama 20 menit, sedangkan pada pelatihan Pranata Nuklir Keahlian dijadwalkan pengantar materi pada hari pertama minggu pertama selama 20 menit.

Bahan ajar berupa bahan tayangan dan *file Excel* yang diberikan kepada peserta pada *e-learning* ditambah dan dimodifikasi sebagai berikut:

- a. Bahan tayangan yang disampaikan pada pengantar materi sebagai panduan proses atau skema pembelajaran. Beberapa *slide* ditunjukkan pada Lampiran 1.
- b. Setiap akhir bab pada bahan tayangan materi diberi latihan soal
- c. Pada *worksheet Excel* diberikan penjelasan dan pertanyaan, seperti ditunjukkan pada Lampiran 2.

### Metode Evaluasi

Evaluasi dilakukan berdasarkan hasil ujian, dengan membandingkan jumlah jawaban benar pada penyampaian secara *e-learning* dibandingkan pada penyampaian secara tatap muka dari pelatihan pada jenjang yang sama.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu unsur kegiatan Pranata Nuklir adalah melakukan pengoperasian (uji fungsi, kalibrasi, operasi) perangkat nuklir. Dalam kegiatan tersebut dibutuhkan perhitungan atau penyiapan data nilai ketidakpastian pengukuran, sehingga Materi Estimasi Ketidakpastian menjadi salah satu materi dalam Pelatihan Pranata Nuklir. Oleh karena banyak perhitungan yang diperlukan dalam estimasi nilai ketidakpastian pengukuran, maka pada penyampaian secara tatap muka, setelah materi teori dilakukan praktikum supaya peserta menerapkan proses perhitungan dengan urutan yang semestinya. Dalam praktikum peserta dikelompokkan ke dalam 3 bidang, supaya lebih sesuai dengan latar belakang pendidikan atau bidang pekerja peserta, sehingga lebih mudah memahaminya. Ketiga bidang tersebut, yaitu:

- Pengukuran radiasi, dengan perhitungan aktivitas radionuklida,
- Kimia, dengan perhitungan konsentrasi larutan,
- Fisika, dengan perhitungan massa jenis bahan.

Dalam praktikum peserta mengambil data dengan melakukan pengukuran sendiri.

Dalam penyampaian materi teori secara tatap muka, tiap akhir bab peserta dievaluasi secara lisan dengan pertanyaan. Pada penyampaian secara *e-learning*, tiap akhir bab dari bahan tayangan dicantumkan beberapa soal untuk evaluasi/latihan, sehingga diharapkan setelah peserta bisa menjawab soal-soal tersebut baru pindah ke bab selanjutnya. Pada penyampaian materi secara *e-learning*, praktikum diganti dengan kegiatan latihan perhitungan dengan perangkat lunak *Excel*, dimana data untuk perhitungan disertakan dalam *file Excel*. Seperti pada praktikum, disediakan 3 jenis latihan perhitungan, yaitu untuk bidang pengukuran radiasi, kimia, fisika, sehingga peserta dapat memilih salah satu bidang yang paling sesuai dan mudah dipahami. *Slide* skema pembelajaran memberikan panduan kepada peserta untuk proses atau tahap pembelajaran untuk memudahkan pemahaman.

Pada *file Excel* yang digunakan untuk latihan, diberikan beberapa pertanyaan pada bagian perhitungan, antara lain:

- Perhitungan u gabungan berdasarkan rumus apa?
- Nilai u dihitung berdasarkan rumus apa?

Hal ini untuk melatih dan membantu peserta menghubungkan perhitungan tersebut dengan teori yang sudah dipelajari terlebih dahulu.

Jumlah soal Estimasi Ketidakpastian Pengukuran pada Pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan, baik pada penyampaian secara tatap muka (16-27 Maret 2015), maupun secara *e-learning* (22 Agustus – 2 September 2016) sama, yaitu sebanyak 4 soal. Pada Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian, jumlah soal pada pelatihan 13 – 24 April 2015 (tatap muka) sebanyak 6 soal, pada pelatihan 10-22 Maret 2016 (tatap muka) sebanyak 4 soal, dan pada 28 September – 7 Oktober 2016 (*e-learning*) sebanyak 4 soal. Data jumlah peserta dan

jawaban benar pada ujian Pelatihan Pranata Nuklir ditunjukkan pada Tabel 1 - 5.

**Tabel 1. Kajian Jawaban pada Pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan 16 - 27 Maret 2015**

	No Soal Ujian				
	5	6	7	8	
Jumlah benar	12 75%	2 12,5%	8 50%	16 100%	
Jumlah peserta	16				
	Jumlah jawaban benar dari 4 soal				
	0	1	2	3	4
Jumlah peserta	0	1	9	5	1
Jumlah rata-rata	2,38 dari 4 = 59,4%				

**Tabel 2. Kajian Jawaban pada Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian 13 - 24 April 2015**

	No Soal Ujian						
	21	22	23	24	25	26	
Jumlah benar	17 85%	12 60%	11 55%	19 95%	2 10%	15 75%	
Jumlah peserta	20						
	Jumlah jawaban benar dari 6 soal						
	0	1	2	3	4	5	6
Jumlah peserta	0	2	2	5	5	7	0
Jumlah rata-rata	3,8 dari 6 = 63,3%						

**Tabel 3. Kajian Jawaban pada Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian 10 - 22 Maret 2016**

	No Soal Ujian				
	5	6	7	8	
Jumlah benar	30 100%	30 100%	14 43%	1 3%	
Jumlah peserta	30				
	Jumlah jawaban benar dari 4 soal				
	0	1	2	3	4
Jumlah peserta	0	0	16	13	1
Jumlah rata-rata	2,5 dari 4 = 62,5%				

**Tabel 4. Kajian Jawaban pada Pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan 22 Agustus - 2 September 2016**

	No Soal Ujian				
	5	6	7	8	
Jumlah benar	8 62%	13 100%	2 15%	8 62%	
Jumlah peserta	13				
	Jumlah jawaban benar dari 4 soal				
	0	1	2	3	4
Jumlah peserta	0	2	5	5	1
Jumlah rata-rata	2,38 dari 4 = 59,6%				

**Tabel 5. Kajian Jawaban pada Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian 28 September - 7 Oktober 2016**

	No Soal Ujian				
	5	6	7	8	
Jumlah benar	17 52%	4 12%	30 91%	25 76%	
Jumlah peserta	33				
	Jumlah jawaban benar dari 4 soal				
	0	1	2	3	4
Jumlah peserta	0	6	14	10	3
Jumlah rata-rata	2,30 dari 4 = 57,6%				

Pada kedua Pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan, klasifikasi tingkat kesulitan soal ujian sebagai berikut:

- 1 soal mudah, dapat dijawab oleh lebih dari 75% peserta
- 2 soal sedang, dapat dijawab oleh 25% hingga 75% peserta
- 1 soal sulit, dapat dijawab oleh kurang dari 25% peserta

Pada Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian pada 13-24 April 2015, klasifikasi tingkat kesulitan soal ujian sebagai berikut:

- 2 soal mudah, dapat dijawab oleh lebih dari 75% peserta
- 3 soal sedang, dapat dijawab oleh 25% hingga 75% peserta
- 1 soal sulit, dapat dijawab oleh kurang dari 25% peserta

Pada Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian pada 10-22 Maret 2016 dan 28 September – 7 Oktober 2016, klasifikasi tingkat kesulitan soal ujian sebagai berikut:

- 2 soal mudah, dapat dijawab oleh lebih dari 75% peserta
- 1 soal sedang, dapat dijawab oleh 25% hingga 75% peserta
- 1 soal sulit, dapat dijawab oleh kurang dari 25% peserta

Pada keempat Pelatihan, tidak ada peserta yang memberikan jawaban salah semua, sedangkan yang memberikan 1 jawaban benar sejumlah 0-6 peserta. Pada Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian (10-22 Maret 2016), tidak ada

peserta yang memberikan 1 jawaban benar, minimal 50% jawaban benar.

Jawaban benar rata-rata pada ujian materi Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan secara tatap muka dan *e-learning* secara statistik sama, yaitu sebesar 59,4% dan 59,6%. Jawaban benar rata-rata pada ujian materi Estimasi Ketidakpastian Pengukuran pada dua Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian secara tatap muka sebesar 63,3% dan 62,5%, dan secara *e-learning* sebesar 57,6%. Secara statistik capaian pada metode *e-learning* lebih rendah daripada tatap muka. Berdasarkan hal tersebut, bahan ajar dalam penyampaian materi Estimasi Ketidakpastian Pengukuran pada Pelatihan Pranata Nuklir secara *e-learning*, khususnya pada Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian, perlu dimodifikasi, supaya memberikan capaian yang sama dengan penyampaian secara tatap muka.

## KESIMPULAN

Penyampaian materi Estimasi Ketidakpastian dalam Pelatihan Pranata Nuklir secara *e-learning* menggantikan metode klasik secara tatap muka. Beberapa modifikasi bahan ajar disiapkan untuk memudahkan peserta mengikuti pembelajaran secara *e-learning*. Setiap akhir bab diberi evaluasi/latihan soal. Metode praktikum yang berupa pengambilan data dan perhitungan sebagai kelanjutan teori digantikan dalam bentuk latihan dengan *file Excel* yang disertai data. *Slide* skema pembelajaran disertakan sebagai panduan tahapan pembelajaran supaya mudah diikuti oleh peserta.

Berdasarkan ujian materi Estimasi Ketidakpastian Pengukuran pada Pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan secara tatap muka dan *e-learning* memberikan capaian 59,4% dan 59,6%. Pada Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian yang disampaikan secara tatap muka memberikan capaian 63,3% dan 62,5%, sedangkan secara *e-learning* memberikan

capaian 57,5%, secara statistik lebih rendah dibandingkan tatap muka. Kajian dan modifikasi bahan ajar diperlukan supaya dapat memberikan capaian yang sama.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] "E-learning (theory)," [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/E-learning\\_\(theory\)](https://en.wikipedia.org/wiki/E-learning_(theory)). [Diakses 15 Desember 2017].
- [2] R. E. Mayer dan R. Moreno, *Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles*, California: University of California, 1998.
- [3] Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi No. 2 Tahun 2014 tentang Jabatan Fungsional Pranata Nuklir dan Angka Kreditnya, Jakarta, 2014.
- [4] Laporan Penyelenggaraan Pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan 16 - 27 Maret 2015, Jakarta: Pusdiklat - BATAN, 2015.
- [5] Laporan Penyelenggaraan Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian 13 - 24 April 2015, Jakarta: Pusdiklat - BATAN, 2015.
- [6] Laporan Penyelenggaraan Pelatihan Pranata Nuklir Keahlian 10 - 22 Maret 2016, Jakarta: Pusdiklat - BATAN, 2016.
- [7] Laporan Penyelenggaraan Pelatihan Pranata Nuklir Keterampilan 22 Agustus - 2 September 2016, Jakarta: Pusdiklat - BATAN, 2016.

Lampiran 1. Slide Skema Pembelajaran pada Bahan Tayangan Pengantar Estimasi Ketidakpastian Pengukuran

**SKEMA PEMBELAJARAN**  
E-Learning Ketidakpastian Pengukuran

I. Pendahuluan

B. Situasi Umum

Diktat

Tayangan

B. Situasi Umum

III. Prinsip Umum Ketidakpastian Pengukuran

IV. Tahapan Estimasi Ketidakpastian Pengukuran

IV. Tahapan Estimasi Ketidakpastian Pengukuran

Praktikum Estimasi Ketidakpastian Pengukuran (File excel)

Pilih salah satu topik yang berhubungan dengan pekerjaan.

1. Pengukuran Aktivitas
2. Pembuatan larutan kimia (KCI)
3. Pengukuran massa jenis (benda berbentuk silinder bertubang di bagian tengah)

Pengantar Estimasi Ketidakpastian Pengukuran #5

---

**SKEMA PEMBELAJARAN**  
Latihan Estimasi Ketidakpastian Pengukuran

1. Lakukan tahap spesifikasi
2. Lakukan tahap identifikasi (acuan slide 31-32)
- Tahap 3. Kuantifikasi dan 4. Penggabungan sudah ada
- Jawab pertanyaan untuk memahami Tahap 3 dan Tahap 4

Pengantar Estimasi Ketidakpastian Pengukuran #6

---

**SKEMA PEMBELAJARAN**  
Latihan Estimasi Ketidakpastian Pengukuran

PENGGABUNGAN KETIDAKPASTIAN BAKU GABUNGAN

Parameter	Ketidakpastian baku relatif (U/X)	(U/X) <sup>2</sup>
Volume larutan	0.000324859	1.05533E-07
Massa bahan kimia	0.045643546	0.002083333
Kemurnian	0.005773503	3.33333E-05
		0.002116772
Ketidakpastian baku gabungan (relatif)		0.046008393

Perhitungan u gabungan berdasarkan rumus apa?

Pengantar Estimasi Ketidakpastian Pengukuran #7

